

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg an der Lahn

Histologische Untersuchungen über die Tiefenwirkung der Fluor-Ionen bei zwei verschiedenen Fluorlack-Präparaten für die Zahnkariesprophylaxe

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Richard Schönbauer
aus Wallern

Marburg 1973

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Histologische Untersuchungen über die Tiefenwirkung
der Fluor-Ionen bei zwei verschiedenen
Fluorlack-Präparaten für die Zahnkariesprophylaxe

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Richard Schönbauer

aus Wallern

Marburg 1973



Angenommen vom

Fachbereich Humanmedizin

der Universität Marburg

am 5. Juni 1973

gedruckt mit Genehmigung des

Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. med. H. Oepen

Referent: Prof. Dr. med. dent. H.F.M. Schmidt

Korreferent: Prof. Dr. med. dent. H. Schnell

Meinen Eltern zum Dank gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>I. Einleitung:</u> Die Bedeutung des Elementes Fluor in der Zahnheilkunde	1
 <u>II. Hauptteil:</u>	
A) Untersuchungsmethode	4
1) Die verwendeten Versuchslacke	4
2) In-vitro-Versuche	5
3) In-vivo-Versuche	6
4) Die histologische Auswertung	8
B) Untersuchungsergebnisse	10
1) Ergebnisse mit dem ammonium- fluoridhaltigen Lack	10
2) Ergebnisse mit dem natrium- fluoridhaltigen Lack	14
3) Vergleich der Wirkung der beiden Fluoridpräparate	19
C) Diskussion	25
 <u>III. Zusammenfassung</u>	27
 <u>IV. Anhang</u>	28



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553805_0095

1. Einleitung

Das chemische Element Fluor ist ein Halogen, das in der Natur weit verbreitet ist. Es steht mengenmäßig an 17. Stelle der die Erdkruste zusammensetzenden Elemente. Fluorhaltig sind u.a. auch das Brunnen- und Quellwasser, besonders aber die Mineralwässer. (QUENTIN)

Der deutsche Arzt Dr. Ehrhard berichtete als erster im Jahre 1875 auf dem 14. dtsh. Zahnärztetag über die Bedeutung der Fluoride als Mittel gegen Karies. Er verordnete von ihm hergestellte "Fluorpastillen."

1938 konnte der amerikanische Forscher DEAN nachweisen, daß in Gegenden mit fluorreichem Trinkwasser die Kariesfrequenz deutlich niedriger war, als in Gegenden mit fluorarmem Wasser. Daraufhin wurden in den USA im Jahre 1945 die ersten Trinkwasserfluoridierungsanlagen in Betrieb genommen. Der dabei benutzte Fluoridgehalt betrug 1 mg Fluor pro Liter. Dieser Gehalt gilt auch heute noch als optimaler Wert für die Trinkwasserfluoridierung. Er hat sich als unschädlich für den menschlichen Organismus und dabei kariesprophylaktisch als hoch wirksam erwiesen. (ARNOLD et al., HEUSER, HOFMANN, HORNUNG, KÜNZEL, STEIN u.a.)

Außer in den USA, wo heute etwa 80 Millionen Menschen mit fluoridiertem Trinkwasser versorgt werden, ist auch in anderen Ländern mit der Trinkwasserfluoridierung begonnen worden. Dabei stößt ihre Einführung in Westdeutschland jedoch auf erheblichen Widerstand. Die gesetzlichen Bestimmungen, wie auch die Einwände der Gegner, scheinen die Trinkwasserfluoridierung vorerst unmöglich zu machen.

Als eine andere Möglichkeit, Fluor intern zuzuführen, sei hier noch die Verabreichung von Fluortabletten erwähnt. Wie KESSLER und SOLTH, MARTHALER und KÖNIG, LEONHARDT, SCHÜTZMANNISKY u.a. nachweisen konnten, kommt es auch nach regelmäßiger Einnahme von Fluorid, in Form von Tabletten, zu einer starken Kariesreduktion. Der Erfolg hängt aber von einer jahrelangen regelmäßigen Einnahme ab. Da diese Voraussetzung oft nicht gegeben ist, steht diese Methode der Trinkwasserfluoridierung nach.

In den Vereinigten Staaten unternahmen AMSTRONG, BIBBY und KNUDSON die ersten Versuche, fluorhaltige Mittel direkt auf die Zähne aufzutragen. Diese "Topical application" wurde nach der von KNUDSON beschriebenen und nach ihm benannten Technik, zunächst mit 2%-iger Natriumfluoridlösung vorgenommen. Nach jährlich 3- bis 4-maliger Touchierung der gesäuberten und trockengelegten Zähne konnte eine Kariesreduktion von 30 - 40 % erreicht werden.

Nach diesen ersten Versuchen haben sich bis heute drei Gruppen von Anwendungsmöglichkeiten herausgebildet, die Zahnoberflächen mit Fluorid zu behandeln:

- 1) Das Putzen der Zähne mit fluoridhaltigen Zahnpasten oder Fluoridlösungen. Die Wirksamkeit dieses Verfahrens wiesen BIBBY, MARTHALER u.a. nach.
- 2) Das Spülen mit Mundwässern. Hier sind vor allem die in Schweden von TORELL u.a. durchgeführten erfolgreichen Versuche bei etwa 40 000 Schulkindern zu nennen.
- 3) Das bereits erwähnte Auftragen von fluoridhaltigen Touchierungsmitteln, ein Verfahren, das besonders für die Anwendung in der zahnärztlichen Praxis geeignet ist. Über erfolgreiche Versuche mit verschiedenen Fluoriden berichten u.a. HEUSER und KESSLER, JORDAN, MUHLER, SCHÜTZMANNISKY, SYRRIST.

Bei der örtlichen Applikation von Fluoriden hängt die Wirkung u.a. wesentlich von der Einwirkungszeit ab.

H.F.M. SCHMIDT stellte fest, daß an unbeschädigten Oberflächen extrahierter Zähne meist erst nach mehreren Stunden Einwirkung höherer Fluoridkonzentrationen histologisch eine Tiefenwirkung am Zahnschmelz nachweisbar wird. Zunächst aber konnte nur in-vitro eine längere Einwirkungsdauer z.B. durch Eintauchen extrahierter Zähne in Fluoridlösungen erreicht werden.

Um auch in der Mundhöhle eine sog. Langzeitfluoridierung, wie sie bisher nur an extrahierten Zähnen möglich war, durchzuführen, wurden von SCHMIDT fluoridhaltige Zahnlacke entwickelt, deren wirksame Substanz fein verteiltes Natriumfluorid ist. Ein solches Präparat, das besonders leicht zu applizieren

ist, findet seit mehreren Jahren in der Zahnärztlichen Praxis Verwendung. Es brachte auch in der Jugend-Zahnpflege gute Erfolge. MAIWALD und GEIGER berichteten über einen Versuch mit 179 elfjährigen Leipziger Schulkindern, bei denen der NaF-haltige Lack während eines Jahres dreimal lokal appliziert wurde. Dabei ergab sich eine Reduktion des Karieszuwachses von 45 %. Auch wird die ökonomische Bedeutung dieses Verfahrens der Kariesprophylaxe hervorgehoben. Durch die Einbettung des Fluorids in Lacke, die auf den Zähnen einen Film bilden, werden die Zähne von einem Fluoriddepot umgeben. Da der Lack bedingt wasserdurchlässig ist, bildet sich im Lackfilm eine Natriumfluoridlösung, die über längere Zeit auf die äußeren Schichten des Zahnes einwirkt und dabei eine intensive Fluoridierung des Schmelzes bewirkt.

Die vorliegende Arbeit dient dem Zweck, zwei verschiedene Fluorlackgemische in-vitro und im klinischen Versuch in bezug auf ihre Tiefenwirkung miteinander zu vergleichen.

II. Hauptteil

A) Untersuchungsmethode

1) Die verwendeten Versuchslacke

Für unsere Versuche standen uns zwei verschiedene Fluorlackgemische zur Verfügung. Das erste Präparat war ein bereits im Handel erhältlicher natriumfluoridhaltiger Lack (NaF-Lack). Das NaF liegt als kristalline Suspension in einer alkoholischen Lösung (Äthylalkohol) von indifferenten Naturharzen vor. 1 ml Lack enthält 50 mg NaF, welches einem Fluorgehalt von 2,26 % entspricht.

Das zweite Präparat ist ebenfalls auf der Basis einer alkoholischen Lösung von Naturharzen aufgebaut. Die wirksame Substanz ist jedoch Ammoniumfluorid, das größten Teils als wässrige Lösung in Form feinsten Tröpfchen in der alkoholischen Lacklösung verteilt ist (NH_4F -Lack). Der Fluorgehalt dieses Lackes betrug 1,5 %.

Die wichtigsten Eigenschaften beider Lacke sind ihre Haftfähigkeit. Bedingt durch die Klebekraft der Naturharze und ihre Fähigkeit auch auf feuchten Zähnen unter Speichel zu erstarren.

Auf Grund der verschiedenen Beschaffenheit der Fluoride, nämlich als kristalline Suspension in ungelöster Form bei dem NaF-haltigen Präparat, andererseits in gelöster Form bei dem NH_4F -haltigen Präparat, läßt sich die theoretische Folgerung ziehen, daß bei dem NH_4F -haltigen Lack eine schnellere Wirkung zu erwarten ist.

2) In - vitro - Versuche

Unsere in-vitro-Versuche mit den beiden Fluorlack-Varianten führten wir an frisch extrahierten menschlichen Zähnen durch. Diese säuberten wir zunächst mit Bimssteinpulver, Leitungswasser und einer Zahnbürste. Nach dem Trocknen trugen wir mit einem Wattebausch den Lack gleichmäßig auf die Zahnkronen auf. Dann legten wir die Zähne in destilliertes Wasser von 36°C , welches etwas Schlammkreide enthielt. Während dieses Versuches, der 16 Stunden dauerte, wurde das Gefäß mit den touchierten Zähnen gleichmäßig bewegt, so daß die Zähne von fließendem Wasser umspült waren. Der Zusatz von Schlammkreide hatte dabei die Aufgabe, die aus dem Fluorlack in das Wasser abgegebenen Fluor-Ionen abzufangen. Nach 16-stündiger Fluoreinwirkung entfernten wir die Lackschicht zunächst durch vorsichtiges Abschaben. Es folgten dann zur restlosen Entfernung des Lackes jeweils 3 Alkohol-Chloroformpassagen zwischen denen die Zähne unter fließendes Wasser gehalten wurden.

Für unsere in-vitro-Untersuchungen mit dem natriumfluoridhaltigen Lack verwendeten wir 13 Zähne, die wir nach 16-stündiger Einwirkungszeit des Fluorlackes und nachfolgender Entfernung desselben, nach einem später aufgeführten Verfahren verarbeiteten und untersuchten.

Für die Versuche mit dem ammoniumfluoridhaltigen Präparat verwendeten wir 14 Zähne.

3) In - Vivo - Versuche

Wir benötigten für unsere klinischen Untersuchungen Zähne, die anschließend histologisch untersucht und zu diesem Zweck extrahiert werden mußten. Wir konnten daher nur solche Zähne für unsere Versuche benutzen, die in absehbarer Zeit aus zahnärztlicher Sicht extrahiert werden mußten. Da nur Zähne in Betracht kamen, die relativ intakte Kronen aufwiesen, war das uns zur Verfügung stehende Zahnmaterial von vornherein begrenzt.

Als Quellen für dieses Zahnmaterial standen uns in der hiesigen Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten hauptsächlich die Poliklinik mit der Bettenstation zur Verfügung, daneben aber auch die kieferorthopädische Abteilung. Es handelte sich hierbei um Patienten, bei denen die systematische Extraktionstherapie nach HOTZ durchgeführt wurde.

Zur Untersuchung gelangten 41 Zähne, die mit natriumfluoridhaltigem Lack touchiert wurden und 40 Zähne, die mit dem ammoniumfluoridhaltigen Vergleichslack behandelt wurden.

Die Touchierung erfolgte nach der von H.F.M. SCHMIDT angegebenen Schnelltouchiermethode. Diese Applikationstechnik ist vor allem für die Kariesprophylaxe bei großen Personengruppen z.B. für die Jugendzahnpflege vorgesehen. Sie ermöglicht die Anwendung des Touchierverfahrens unabhängig von der zahnärztlichen Einheit und dem Behandlungsstuhl.

Die Trockenlegung des Gebisses geschah durch einen mit Zellstoff beschichteten Holzspatel, auf den wir aufbeißen ließen, und mit dem wir danach die Zähne durch Andrücken von Speichel befreiten. Während des Touchierens benutzten wir den Spatel zum Abhalten der Wange und zum Auffangen des Parotisspeichels. Der Fluorlack wurde dann mit einem mit Watte umwickelten Holzstäbchen (als Q-Tips im Handel erhältlich) aufgetragen. Kurz danach ließen wir den Patienten den Mund schließen.

Während des Auftragens sammelt sich der Fluorlack infolge der Adhäsion an allen konkav geformten Oberflächen der Zähne und in den Approximalräu-

men an. Dies geschieht sowohl im Unter- als auch im Oberkiefer. Nach der Applikation des Mittels, wenn der Patient seinen Mund schließt, wird der noch plastische Lack an den prominenten Stellen der Zahnoberflächen durch die Wangenweichteile und die Zunge teilweise weggeschoben.

Diese Stellen sind für die Kariesentstehung von untergeordneter Bedeutung, da sie einer optimalen Selbstreinigung unterliegen. Von den Prädilektionsstellen der Karies (Fissuren, Grübchen, Approximalräume, Füllungsrän-der) aber auch z.B. von Stellen beginnender kariöser Entkalkung, an denen sich der Fluorlack ansammelt, wird er nicht verdrängt. Hier bildet sich eine verhältnismäßig dicke Lackschicht aus, die bei genügender Haftdauer eine lang anhaltende intensive Fluoridierung ermöglicht.

Da wir uns bezüglich des Touchierungstermins nach den Patienten richten mußten, war es bei der Mehrzahl der Patienten nicht möglich, zur Erzielung einer optimalen Wirkung die Touchierungen wie in der Jugendzahnpflege am späten Nachmittag durchzuführen.

Soweit an den Zähnen sichtbare Beläge zu erkennen waren, entfernten wir sie mit Hilfe bohrmaschinenangetriebener Bürstchen. Nach der Behandlung gaben wir den Patienten Anweisung in bezug auf Essen und Zahnpflege.

Wir empfahlen, wenn z.B. die Touchierung am Abend vorgenommen wurde, eine weiche Kost als Abendbrot und rieten ihnen, nur auf der untouchedten Seite zu kauen. Den Patienten, bei denen die Touchierung am Vormittag vorgenommen werden mußte, sagten wir das gleiche in bezug auf das Mittagessen. Immer gaben wir an, sich am Abend nicht die Zähne zu putzen, dafür aber am nächsten Morgen um so gründlicher. Die Tageszeit, sowie alle Anweisungen wurden auf den entsprechenden Karteikarten vermerkt.

Sobald wir die Zähne erhielten, trugen wir das Extraktionsdatum in unsere Karteikarten ein und verglichen noch einmal, ob es sich auch um die vorher notierten Zähne handelte und ob diese vollzählig waren. Dann wurden die Zähne gründlich gereinigt und meist auch am Tage der Extraktion verarbeitet. Wenn dies nicht möglich war, wurden die gesäuberten Zähne bis zu ihrer Aufbereitung in einem beschrifteten Röhrchen im Kühlschrank aufbewahrt.

4) Die histologische Auswertung

Die kariesprophylaktische Wirkung der lokalen Fluoranwendung beruht auch vor allem auf einer Verminderung der Säurelöslichkeit des Schmelzes.

Zur Bestimmung der Tiefenwirkung der Fluor-Ionen fertigten wir von allen Zähnen mehrere Zahnschliffe senkrecht zur Oberfläche an. Dazu benutzten wir die Schneidemaschine nach JANSEN und BÜTTNER. Die Schliffe glätteten wir mit feinem Schmirgelpapier und polierten sie mit Bimsstein und Schlammkreide auf einer Horizontalschleifmaschine. Diese polierten Schliffe legten wir dann in einen Milchsäurepuffer folgender Zusammensetzung:

Milchsäure (90 %)	90 ml
Natriumhydroxyd	1 g
Aqua dest.	400 ml

Die Einwirkungszeit des Puffers auf den Schmelz betrug 15 Minuten. Während dieser Zeit wurden die Präparate laufend bewegt. Darauf folgte ein 30 Minuten dauerndes Spülen der Schliffe unter fließendem Wasser. Als letztes färbten wir sie 20 Minuten mit einer 1%igen Toulidinblaulösung, und bewegten auch hierbei die Präparate. Nach dem Färbevorgang beseitigten wir eventuell noch auf den Schliffen haftende Farbreste durch kurzes Eintauchen in Wasser, bevor wir sie zwischen Filterpapier trockneten.

Dieses von H.F.M. SCHMIDT entwickelte Ätz-Färbe-Verfahren basiert auf einer erhöhten Säureresistenz der fluoridierten Anteile des Zahnes gegenüber den nicht fluoridierten Anteilen. Der Schmelz wird hierbei durch den Milchsäurepuffer im Sinne einer teilweisen Entkalkung angegriffen, ähnlich wie bei dem Initialstadium der Karies. Das Ausmaß der Entkalkung hängt von der Widerstandsfähigkeit des Schmelzes ab. Somit wird der unbehandelte Schmelz stärker angegriffen, als der von Fluor-Ionen beeinflusste. Der durch die Milchsäureätzung aufgelockerte Schmelz nimmt in viel höherem Maße den Farbstoff auf, als der Schmelz, dessen Säureresistenz durch Fluor-Ionen gesteigert wurde. Nach dem Färben erscheinen sowohl im Durchlicht, als auch

bei Auflicht die stärker entkalkten Zonen dunkler, als die weniger entkalkten. Alle Stellen des Schmelzes, an denen die Fluor-Ionen zur Wirkung kamen, heben sich daher hell vom übrigen Schmelz ab. Anhand von Zahnschliffen ermöglicht das Ätz-Färbe-Verfahren ein mikroskopisches Studium der Tiefenwirkung fluorhaltiger Touchierungspräparate.

Bei der Betrachtung der angeätzten und gefärbten Schliffe verwendeten wir ein Auflichtmikroskop (Ortholux der Fa. Leitz mit der Auflichtvorrichtung Ultropak mit Polarisationsfiltern). Eine Betrachtung mit Durchlicht ist zwar möglich, aber bei der relativen Dicke der Schmelzschliffe kommt es leicht zu einer störenden Überlagerung. Für die photographische Wiedergabe überzogen wir unsere Schliffe mit einem Einschlußmittel (Eukitt). Neben der Konservierung der Präparate wurden dadurch die Aufnahmen auch erheblich kontrastreicher.

Die Messung der Eindringtiefe erfolgte mit einem geeichten Meßokular.

B) Untersuchungsergebnisse

1) Ergebnisse mit dem ammoniumfluoridhaltigen Lack

Die in-vitro-Versuche mit dem ammoniumfluoridhaltigen Lack brachten sehr gute Ergebnisse. An allen Präparaten war eine ausgeprägte Tiefenwirkung festzustellen. Die Wirkung soll anhand einiger Bilder demonstriert werden.

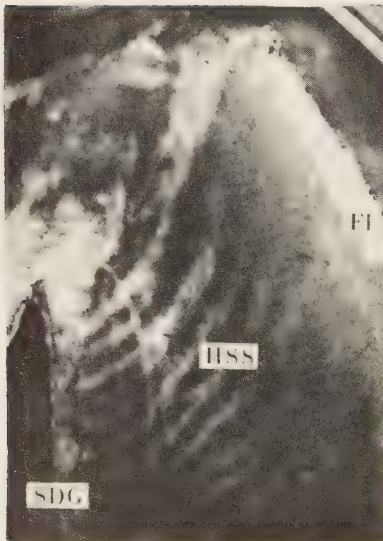


Abb. 1

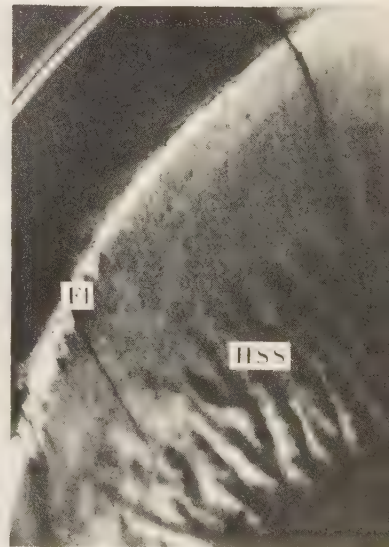


Abb. 2

Abb. 1 und 2: Fluoridierungswirkung nach einmaliger Touchierung mit ammoniumfluoridhaltigem Lack in vitro, dargestellt mit dem Ätz-Färbe-Verfahren. Die hellen Abschnitte des Schmelzes sind die Zonen, in denen die Säureresistenz durch die Fluor-Ionen erhöht wurde.

SDG = Schmelz-Dentin-Grenze

HSS = Hunter-Schregersche Streifung

FI = mit Fluor-Ionen angereicherte Schmelzschicht

Vergrößerung:	Abb. 1: 56 x
	Abb. 2: 45 x

Abb. 1 zeigt einen Höcker eines Molaren im Schnitt annähernd senkrecht zur Oberfläche. Der Schmelz ist in voller Dicke dargestellt, erkennbar an der Hunter-Schregerschen Streifung; links unten schließt sich das dunkel gefärbte Dentin an. Deutlich erkennt man am rechten oberen Bildrand die helle Zone fluoridierten Schmelzes. Auch Abb. 2 läßt deutlich die helle Randzone erkennen. Eine Approximalfläche eines Zahnes ist in Abb. 3 auf einem Schmelzschliff dargestellt. Wir sehen hier eine Stelle beginnender kariöser Entkalkung. Die Fluor-Ionen sind an der kariös veränderten Stelle tief in den Schmelz eingedrungen und bilden unter dem kariösen Bezirk ein helles Band säureresistenten Schmelzes. Die kariöse Stelle selbst ist infolge der aufgelockerten Struktur durch die Färbung mit Toluidinblau intensiv dunkel gefärbt. Ebenso fanden wir ein tiefes Eindringen der Fluor-Ionen an Schmelzrisen vor (Abb. 4).

Abb. 3:

Tiefenwirkung der Fluor-
lonen an kariös veränder-
tem Schmelz.

Fl = fluoridierte Zone

K = kariös aufgelocker-
ter opaker Schmelz,
der infolge seiner
Porosität stark ange-
färbt wurde.

Vergrößerung: 84 x



Abb. 3

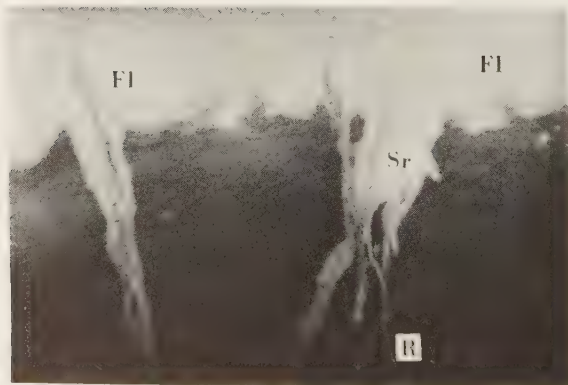


Abb. 4

Abb. 4: Bevorzugtes Eindringen der Fluor-
Ionen an Schmelzrissen.

FI = fluoridierte Zone des Schmelzes
mit erhöhter Säureresistenz

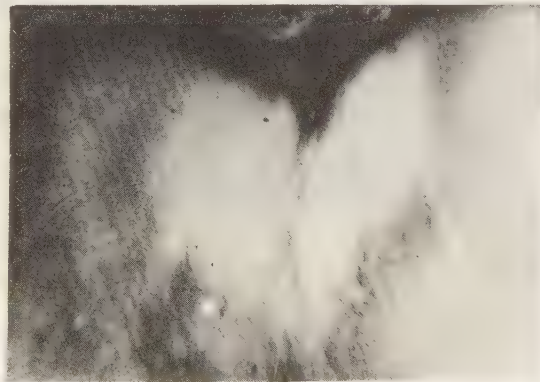
SR = Schmelzriß mit umgebenden Band
fluoridierten Schmelzes.

R = Schmelzriß, der während der Herstel-
lung des Präparates entstanden ist

Vergrößerung: 60 x

Im Gegensatz dazu zeigten die Ergebnisse des klinischen Versuches eine sehr geringe Tiefenwirkung. Trotz der großen Zahl der Präparate konnte eine eindeutige Fluoridierungszone selten nachgewiesen werden. Auch die photographische Aufnahme eines im klinischen Versuch erhaltenen Präparates läßt keinen sicheren Schluß zu (Abb. 5).

Abb. 5: Nicht ein-
deutig erkennbare
Fluoridierung einer
Fissur nach Touchier-
ung mit ammonium-
fluoridhaltigem
Lack im klinischen
Test.



Vergrößerung: 90 x

Abb. 5

2) Ergebnisse mit dem natriumfluoridhaltigen Lack

Die Fluoridierung des Schmelzes ist auch nach Touchierung mit dem natriumfluoridhaltigen Lack erkennbar. Bei den in-vitro-Versuchen ist ebenso wie bei dem ammoniumfluoridhaltigen Lack eine ausgeprägte Tiefenwirkung vorhanden, nur ist sie etwas schwächer ausgeprägt. Abb. 6 zeigt einen Schmelzschliff eines mit diesem Lack behandelten Zahnes. Auch hier ist eine deutliche säureresistente Randzone zu erkennen.

Abb. 6:

Wirkung des NaF-Lackes in-vitro.

Fl = fluoridierte Randzone

S = übriger Schmelz

Vergrößerung: 74 x



Abb. 6

Auch die im klinischen Versuch erhaltenen Zähne zeigen im Gegensatz zu dem ammoniumfluoridhaltigen Lack eine Tiefenwirkung der Fluor-Ionen. In bezug auf die Tiefenwirkung als auch in bezug auf die Häufigkeit des Auftretens sind die Ergebnisse der Fluoridierung jedoch schwächer ausgeprägt, als bei den in-vitro-Versuchen desselben Lackes. Auf Abb. 7 ist die fluoridierte Zone eines in der Mundhöhle mit NaF-Lack touchierten Zahnes bei schwacher Vergrößerung zu sehen.

Abb. 7: Beispiel der Tiefenwirkung der Fluor-Ionen nach Touchierung mit natriumfluoridhaltigem Lack im klinischen Test.

- FI = fluoridierte Randzone
- SDG = Schmelz-Dentin-Grenze
- HSS = Hunter-Schregersche Streifung
- O = Oberfläche des Zahnes



Vergrößerung: 46 x

Abb. 7

Abb. 8 zeigt eine Fissur, die bedingt durch die Schnittführung, in ihrem Verlauf unterbrochen dargestellt ist. Die Fluoridierungswirkung ist sowohl an der Schmelzoberfläche als auch in der Tiefe der Fissur erkennbar. Die Fissuren gehören zu den Prädilektionsstellen der Karies. Die Steigerung der Widerstandsfähigkeit des Schmelzes ist für diesen Bereich daher besonders wichtig.

Abb. 8: Fluoridierung einer Fissur
nach Behandlung mit natrium-
fluoridhaltigem Lack in-vivo.
Die Fissur ist unterbrochen
dargestellt, bedingt durch
die Schnittführung.

SDG = Schmelz-Dentin-Grenze

Fl = fluoridierte Randzone

Vergrößerung: 84 x



Abb. 8

Die Abb. 9 zeigt als weiteres Beispiel einer Prädilektionsstelle der Karies einen Ausschnitt eines Schmelzschliffes, der einen Zahnhals wiedergibt. Links im Bild ist der dem Dentin aufgelagerte Schmelz zu erkennen. Die schmale fluoridierte Schicht folgt dem Schmelz bis zum Übergang in den Zement.

Abb. 9: Auswirkung einer in-vivo-Touchierung mit NaF-haltigem Lack an einem Zahnhals dargestellt.

S = Schmelz

D = Dentin

Z = Zement

Fl = fluoridierte Randzone

Vergrößerung: 136 x

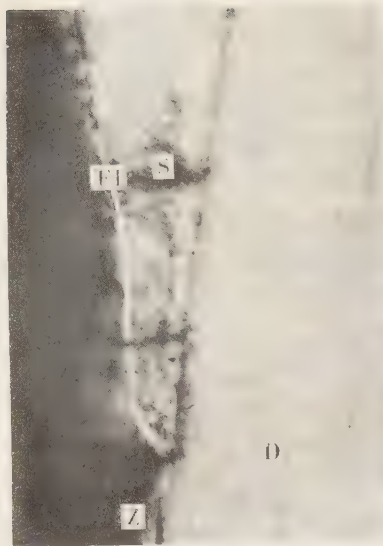


Abb. 9

Als Prädispositionsstellen der Karies im weiteren Sinne können die Füllungs-ränder aufgefaßt werden. Die Abbildungen 10 und 11 zeigen an Rändern älterer Füllungen, an denen bereits Spaltbildungen und beginnende sekundäre Randkaries aufgetreten sind, die Wirkung des natriumfluoridhaltigen Lackes. Man sieht in Abb. 10, wie die helle Randzone der säureresistenten Schmelzschicht unter die Metallfüllung (links oben) vorgedrungen ist. Ebenso ist in Abb. 11 zu sehen, wie sich die Zone des fluoridierten Schmelzes tief in den Füllungsspalt hineinzieht. Die Metallfüllung ist links zu erkennen.

Abb. 10 und 11:

Tiefenwirkung der Fluor-Ionen nach einmaliger Touchierung mit natriumfluoridhaltigem Lack im klinischen Versuch, an Füllungsrändern dargestellt.

Die Fluor-Ionen sind zwischen Füllung und Zahnschmelz teilweise erheblich tief vorgedrungen, und haben eine ausgeprägte Schicht säureresistenten Schmelzes gebildet.

S = Schmelz

AF = Amalgamfüllung

K = beginnende Schmelzkaries

FI = fluoridierte Schicht

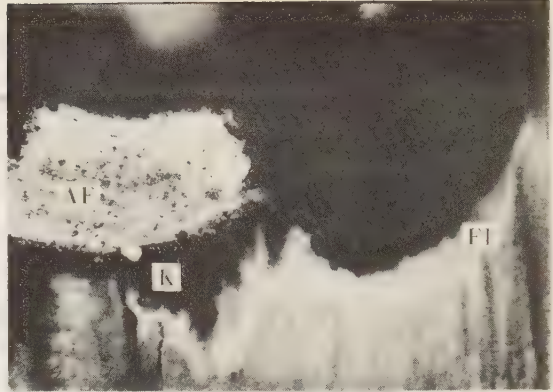


Abb. 10

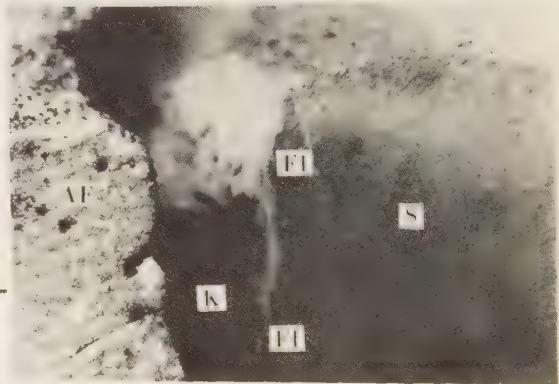


Abb. 11

Vergrößerung Abb. 10: 53 x

Vergrößerung Abb. 11: 85 x

Die gezeigten Abbildungen sollen auch zum Zwecke des besseren Verständnisses der nachfolgenden statistischen Auswertung der Ergebnisse dienen.

3) Vergleich der Wirkung der beiden Fluoridpräparate

Das Ziel der Untersuchung war es, zwei verschiedene Fluorlack-Versuchspräparate in-vitro und im klinischen Test in bezug auf die Tiefenwirkung der Fluor-Ionen miteinander zu vergleichen. Wir verwendeten dazu zwei verschiedene Auswertungsmethoden.

Als erstes stellten wir fest, wie hoch in den einzelnen Versuchsgruppen der Anteil der Zähne war, die eine eindeutige Tiefenwirkung aufwiesen. Die Ergebnisse sind auf Tabelle 1 und dem Diagramm der Abb. 12 wiedergegeben.

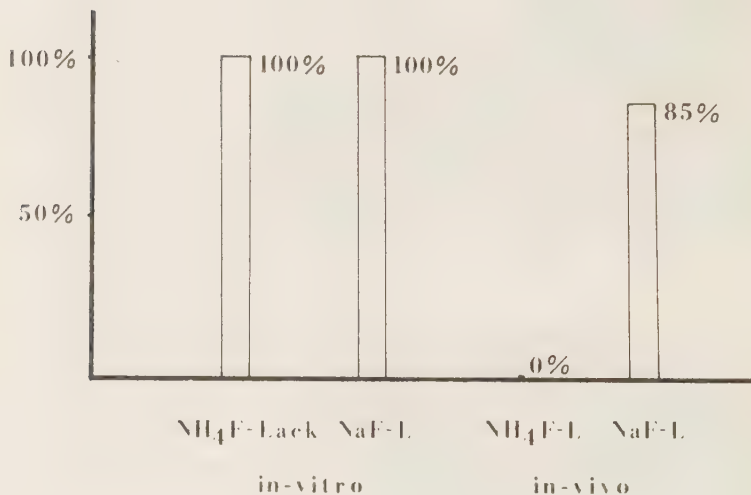
Tab. 1: Prozentsatz der Versuchszähne mit nachweisbarer Tiefenwirkung nach einmaliger Fluorlack-Touchierung:

		n	P
in-vitro	NaF-Lack	13	100 %
	NH ₄ F-Lack	14	100 %
in-vivo	NaF-Lack	41	85 %
	NH ₄ F-Lack	40	0 %

Zeichenerklärung: n = Anzahl der Zähne

p = Prozentsatz der Zähne
 mit nachweisbarer fluo-
 ridierter Randzone

Abb. 12: Graphische Darstellung der Prozentsätze an Versuchszähnen mit nachweisbarer Tiefenwirkung nach einmaliger Fluorlack-Touchierung.



Wir fanden bei den in-vitro-Versuchen bei allen Zähnen, sowohl bei den mit natriumfluoridhaltigen als auch bei den mit ammoniumfluoridhaltigen Lack behandelten Zähnen, eine eindeutige Tiefenwirkung.

Bei dem klinischen Versuch wiesen etwa 85 % der mit dem natriumfluoridhaltigen Lack touchierten Zähne eine fluoridierte Schmelzschicht auf. Mit dem Vergleichslack hatten wir jedoch ein negatives Ergebnis zu verzeichnen. Das heißt, die Schicht fluoridierten Schmelzes war nirgends so ausgeprägt, daß die helle Randzone eindeutig festgestellt werden konnte.

Die zweite Berechnung betrifft die Eindringtiefen der Fluor-Ionen. Auf eine Bestimmung der durchschnittlichen Streifendicke mußten wir verzichten, weil sehr oft, insbesondere bei schwacher Wirkung, die Abgrenzung von fluoridiertem zu unfluoridiertem Schmelz nicht deutlich zu erkennen war. So beschränk-

ten wir uns darauf, die optimalen Eindringtiefen der Fluor-Ionen auszumessen. Die Ergebnisse zeigen Tab. 2 und Abb. 13.

Tabelle 2: Durchschnittliche maximale Eindringtiefen der Fluor-Ionen in Skalenstrichen des Meßokulares

		n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
in-vitro	NaF-Lack	13	8,54	0,81
	NH ₄ F-Lack	14	13,21	2,22
in-vivo	NaF-Lack	41	2,98	0,26
	NH ₄ F-Lack	40	0	-

Zeichenerklärung: n = Anzahl der Zähne

$\bar{x}$ = Mittelwert der maximalen
Schichtdicke fluoridierten
Schmelzes in Skalenstrichen
des Meßokulares

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung der
Mittelwerte

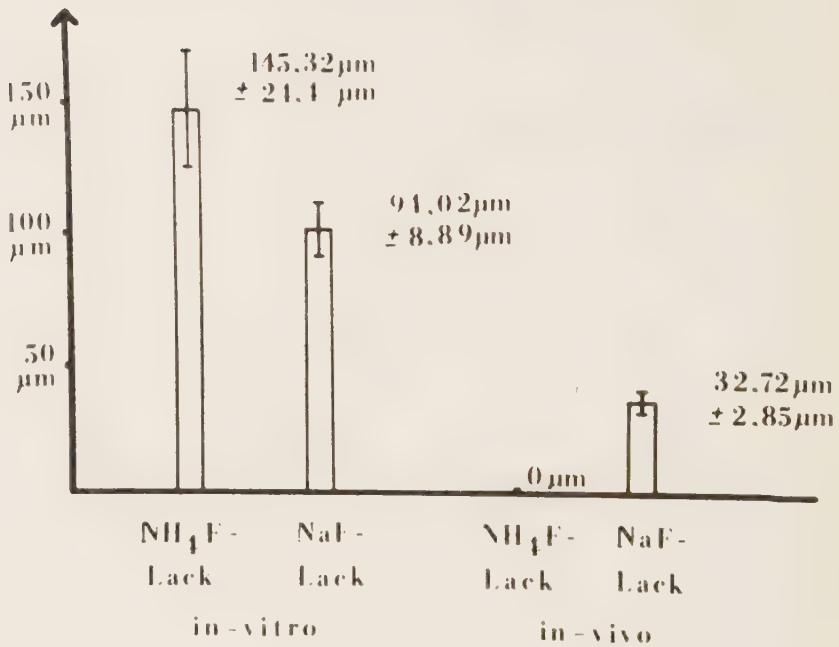


Abb. 13: Graphische Darstellung der durchschnittlichen maximalen Eindringtiefen der Fluor-Ionen

Wir erhielten bei den Versuchen mit dem natriumfluoridhaltigen Lack für die durchschnittliche maximale Eindringtiefe einen Wert von 94 µm. Für den entsprechenden Versuch mit dem ammoniumfluoridhaltigen Lack ergab sich ein noch höherer Wert, nämlich eine Eindringtiefe von 145 µm, das entspricht etwa 1/7 mm.

Bei der Ermittlung der Eindringtiefen erbrachten die beiden in-vivo durchgeführten Versuchsreihen wieder ungünstigere Ergebnisse. Für den NaF-Lack be-

trug die durchschnittliche maximale Eindringtiefe der Fluor-Ionen 33 μm , während der NH_4F -Lack keine Anhaltspunkte für eine sichere nachweisbare Tiefenwirkung bot.

In Tabelle 3 sind die maximalen Eindringtiefen der beiden in-vitro durchgeführten Versuchsreihen gegenübergestellt. Der Unterschied liegt, wie der t-Test ergab, im Bereich statistischer Auffälligkeit.

Tab. 3: Gegenüberstellung der in-vitro Ergebnisse der beiden Fluorlacke.

	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$d \pm s_d$	P
NH_4F -Lack	14	13,21 $\pm$ 2,22	4,67 $\pm$ 2,37	<0,07
NaF-Lack	13	8,54 $\pm$ 0,81		

Zeichenerklärung:

n = Anzahl der Zähne

$\bar{x}$ = Mittelwert der Schichtdicke fluoridierten Schmelzes in Skalenstrichen des Meßokulars

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes

d = Differenz der Mittelwerte

s_d = Standardabweichung der Mittelwertsdifferenzen

P = Irrtumswahrscheinlichkeit (für den Unterschied der Mittelwerte)

In Tabelle 4 vergleichen wir bei natriumfluoridhaltigem Lack die Ergebnisse zwischen der Anwendung im Laboratorium und der Mundhöhle. Der Unterschied ist hoch signifikant.

Tab. 4: Gegenüberstellung von in-vitro und in-vivo-Ergebnissen bei NaF-haltigem Lack.

	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$d \pm s_d$	t	P
in-vitro	13	8,54 $\pm$ 0,81	5,54 $\pm$ 2,74	8,65	<0,001
in-vivo	41	2,98 $\pm$ 0,26			

Bei dem Vergleich der in-vitro- und in-vivo-Wirkung des ammoniumfluorid-haltigen Lackes erübrigte sich eine statistische Überprüfung der Differenzen. Sie stehen außer Zweifel.

C) Diskussion

Die beiden Präparate, die uns für die Untersuchungen zur Verfügung standen, nämlich ein ammoniumfluoridhaltiger und ein natriumfluoridhaltiger Lack, zeigten vor allem im klinischen Test voneinander abweichende Ergebnisse.

Während bei den in-vitro-Versuchen der NH_4F -Lack eine besonders ausgeprägte Tiefenwirkung aufwies, versagte er im klinischen Test. Von 40 Zähnen, die für die klinischen Untersuchungen mit dem NH_4F -Lack zur Verwendung kamen, wurden 171 histologische Schliffpräparate hergestellt, die von beiden Seiten ausgewertet wurden. An keinem der 342 zu betrachtenden Zahnquerschnitte konnte eindeutig eine Tiefenwirkung festgestellt werden.

Dagegen zeigte der NaF -Lack, der in den Laborversuchsreihen etwas schlechtere Werte lieferte, deutliche in-vivo-Ergebnisse. Bei 85 % aller mit diesem Lack behandelten Zähne wurde eine Tiefenwirkung der Fluor-Ionen nachgewiesen.

Das Versagen des ammoniumfluoridhaltigen Lackes bei Anwendung in der Mundhöhle läßt sich folgendermaßen erklären:

Vermutlich führt die gelöste Form des Fluorids im NH_4F -Lack in der Mundhöhle zu einem vorschnellen Auswaschen der Fluor-Ionen durch den Speichel, so daß sich das Fluoriddepot in der Lackschicht zu schnell erschöpft. Im Gegensatz dazu liegt das Fluorid des NaF -Lackes als kristalline Suspension vor, die offensichtlich eine länger anhaltende Depotwirkung ergibt.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist der ammoniumfluoridhaltige Lack als Kariesprophylaktikum nicht geeignet.

Der NaF -Lack bietet, obwohl er im klinischen Test eine beträchtliche Tiefenwirkung zeigt, ein schwächeres Ergebnis im Vergleich zu den in-vitro erhaltenen Werten. Dies liegt wahrscheinlich daran, daß die in der Mundhöhle sich abspielenden physiologischen Vorgänge, wie die Bewegung der Zunge und der Wange oder der stete Speichelfluß, zu einem schnellen Auswaschen der Fluor-

lonen führten. Auch wird sich nur ein Teil der Patienten an die Anweisungen gehalten haben, so daß durch Essen oder evt. Zähneputzen der Lackfilm vorzeitig von den Zähnen abgelöst wurde.

Der natriumfluoridhaltige Lack ist auf Grund seiner im klinischen Test erbrachten Ergebnisse in bezug auf die Tiefenwirkung der Fluor-Ionen im Zahnschmelz als Kariesprophylaktikum gut geeignet und in Verbindung mit der zeitsparenden Applikationstechnik nicht nur in der zahnärztlichen Praxis, sondern auch zur Kariesprophylaxe größerer Personengruppen gut anwendbar.

III. Zusammenfassung

Unsere Untersuchungen hatten den Zweck, zwei verschiedene Fluorlack-Präparate in bezug auf die Tiefenwirkung der Fluor-Ionen miteinander zu vergleichen. Dabei handelte es sich um einen natriumfluorid- und um einen ammoniumfluoridhaltigen Lack (NaF- und NH_4F -Lack). Die Applikation erfolgte teils in-vitro und teils in-vivo.

Für die in-vitro-Versuche verwendeten wir 27 extrahierte Zähne. 14 Zähne wurden mit NH_4F -Lack und 13 mit NaF-Lack touchiert. Der Lackfilm wirkte 16 Stunden in Wasser von 37°C auf den Zahnschmelz ein.

Im klinischen Test wurden 40 Zähne mit NH_4F -Lack und 41 mit NaF-Lack behandelt. Es kam hierbei eine Schnelltouchiermethode zur Anwendung. Später wurden die Zähne extrahiert und wie die in-vitro touchierten Zähne mit einer Diamantsäge geschnitten. Anschließend machten wir mit Hilfe eines Ätz-Färbe-Verfahrens die Tiefenwirkung der Fluor-Ionen sichtbar.

Bei den in-vitro-Versuchen ließen alle Zähne eine Tiefenwirkung der Fluor-Ionen erkennen. Die durchschnittlichen maximalen Eindringtiefen der Fluor-Ionen betrugen dabei für den NH_4F -Lack $145,32 \pm 24,4 \mu\text{m}$ und für den NaF-Lack $94,02 \pm 8,89 \mu\text{m}$.

Im klinischen Versuch zeigte der NaF-Lack gute Ergebnisse. Bei 85 % aller im Munde touchierten Zähne ließen sich nach der Extraktion fluoridierte Schmelzschichten nachweisen. Die Eindringtiefe war jedoch geringer als bei den in-vitro behandelten Zähnen. Dagegen konnte bei den mit NH_4F -Lack in-vivo touchierten Zähnen eine Tiefenwirkung der Fluor-Ionen nicht eindeutig festgestellt werden.

1. ARMSTRONG, W.D.
BIBBY, B.G.
KNUDSON, J.W.
zitiert von JORDAN, W.A.
J.Amer.dent.Ass. 60, 181 (1960)
2. ARNOLD, F.A. et al.
Fifteenth Year of the Grand Rapids
Fluoridation Study.
J.Amer.dent.Ass. 65, 780 ; (1962)
3. BIBBY, B.G.
Use of fluorine prevention of dental
caries III. A consideration of the
effectivness of various fluoride mixtures.
J.Amer.dent.Ass. 34, 26 (1947)
4. BÜTTNER, W.
Apparatur zur Herstellung unentkalkter
Serienschnitte menschlicher Zähne.
Dtsch.zahnärztl.Z. 11, 1068 (1956)
5. DEAN, H.T.
Endemic fluorosis and its relation to
dental caries.
US.Publ.Hlth.Rep. 53, 1443 (1938)
6. HEUSER, H. und
KESSLER, W.
Verminderung der Zahl von Neuerkrank-
ungen an Zahnkaries durch Fluor-Pinse-
lungen und Ammonium-Ionenhaltige Zahn-
pflegemittel.
Zahnärztl.Rundsch. 61, 603 (1952)
7. HEUSER, H.
Zur Frage der Kariesprophylaxe durch
Fluor.
Dtsch.zahnärztl.Z. 16, 419 (1962)
8. HEUSER, H. und
SCHMIDT, H.F.M.
Die Wirkung des Kariesprophylaktikums
Fluor-Lack im Tierversuch mit Albinorat-
ten.
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde
47, 133 (1966)

9. HEUSER, H. und
SCHMIDT, H.F.M. Zahnkariesprophylaxe durch Tiefen-
imprägnierung des Zahnschmelzes
mit Fluor-Lack.
Stoma 21, 91 (1968)
10. HOFFMANN, U. Zahnärztliche Reihenuntersuchungen
bei Kasseler Schulkindern, sechs Jah-
re nach Beginn der Trinkwasserfluori-
dierung.
Dissertation, Marburg 1959
11. HORNING, H. Medizinische Vergleichsuntersuchun-
gen an Schulkindern, acht Jahre nach
Einführung der Trinkwasserfluoridierung
in Kassel.
ORCA 33, (1962)
12. JORDAN, W.A. Anticaries technics in nonfluorids areas:
topical fluoride treatment.
J.Amer.dent.Ass. 60, 181 (1960)
13. KESSLER, W. und
SOLTH, K. Ergebnisse der Zahnkariesprophylaxe
durch interne Fluorgaben.
Stoma 11, 14 (1958)
14. KNAPPWOST, A. Zur Kenntnis der lokalen Fluoridie-
rung durch Fluoride, Fluorsilikate
und fluoridierte Zahnpasten.
Dtsch.zahnärztl.Z. 7, 681 (1952)
15. KNUTSON, J.W. Sodium fluoride solution:
Technic for application of the teeth.
J.Amer.dent.Ass. 36, 37 (1948)
16. LEONHARDT, H. Ergebnisse der Fluortablettenzufuhr
bei Salzburger Schulkindern.
ORCA 49, (1963)

17. MAIWALD, H.-J. und
GEIGER, L. Lokalapplikation von Fluorschutzlack
zur Kariesprophylaxe in Kollektiven.
Dtsch. Stomat. 23, 56 (1973)
18. MARTHALER, T. und
KÖNIG, K.G. Der Einfluß von Fluortabletten in der
Schule auf den Kariesbefall 6- bis
15jähriger Kinder.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 539
(1967)
19. MÜHLEMANN, H.R.
KÖNIG, K.G.
MARTHALER, T.M. Organische Fluoride.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 70, 1037
(1960)
20. MUHLER, J.C. Topical application of stannous
fluoride.
J. Amer. dent. Ass, 54, 352 (1957)
21. MUHLER, J.C. The effect of a stannous fluoride
dentifrice of caries reduction in
children during a three-year study
period.
Caries Symposium Zürich 1961, S. 9
Verlag Hans Huber, Bern.
22. QUENTIN, K.E. Der Fluorgehalt bayerischer Wässer.
Gesundheits-Jng. 78, 21/22, 329 (1957)
23. SCHMIDT, H.F.M. Ein neues Touchierungsmittel mit be-
sonders lang anhaltendem intensivem
Fluoridierungseffekt.
Stoma 17, 14 (1964)
24. SCHMIDT, H.F.M. Das Ätz-Färbe-Verfahren, eine einfache
Methode zur histologischen Darstellung
der Oberflächen- und Tiefenwirkung lokal
am Zahnschmelz angewandter Fluorpräparate.
Stoma 18, 112 (1965)

25. SCHMIDT, H.F.M. Das Fluor-Lack-Verfahren und seine
kariesprophylaktischen Anwendungsmöglichkeiten.
Zahnärztl.Mitt. 59, 633 (1969)
26. SCHMIDT, H.F.M. Hemmung der sekundären Randkaries
durch Fluor-Lack.
Zahnärztl.Welt, 79, 672 (1970)
27. SCHMIDT, H.F.M. Kariesprophylaxe durch Tiefenimprägnierung
des Zahnschmelzes mit Fluor-Lack.
Dtsch.Stomat. 21, H 2, (1971)
28. SCHÜTZMANNISKY, G. 5-Jahres-Ergebnisse lokaler Fluorapplikation.
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 22, 166 (1955)
29. STEIN, U. Zahnärztliche Reihenuntersuchungen
bei Kasseler Schulkindern, viereinhalb Jahre
nach Beginn der Trinkwasserfluoridierung.
Dissertation, Marburg 1957
30. SYRRIST, A. A seven year report on the effect
of topical applications of sodium fluoride
on dental caries.
Odont.Revy. 7, 386 (1956)
31. TORELL, P. The Göteborg studies of methods
for applying fluorides topically.
Advances in Fluorine Research and Dental Caries Prevention.
Volume 3, Pergamon Press 1956.

32. TORELL, P. und
ERICSSON, Y.

Two-year clinical tests with different methods of local caries-preventive fluorine applications in Swedish school-children.

Acta odont.Scandinavica 23, 287
(1965)

Herrn Professor Dr. H.F.M. Schmidt danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. H. Schnell möchte ich für die Übernahme des Korreferates danken.

Herrn Josef Kissel bin ich für die Hilfe bei der Herstellung der histologischen Präparate zu Dank verpflichtet.

Lebenslauf

Am 14. Juni 1945 wurde ich, Richard Schönbauer, als einziges Kind des Kaufmanns Richard Schönbauer und seiner Ehefrau Anna, geb. Robl, in Wallern (Kreis Prachatitz) geboren. 1946 wurden wir aus dem Sudetenland vertrieben und kamen nach Weitershausen, Kreis Marburg an der Lahn.

Hier trat ich im Jahre 1951 in die Volksschule ein. Ab 1955 besuchte ich das Gymnasium Philippinum in Marburg. 1958 wechselte ich in das Landschulheim Steinmühle in Cappel bei Marburg, wo ich 1966 mein Abitur ablegte.

Im Sommersemester 1966 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Philipps-Universität in Marburg, wo ich 1969 die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Am 19.11.1971 schloß ich mein Studium in Marburg mit dem Staatsexamen ab und erhielt am 13.12.1971 meine zahnärztliche Approbation. Nach Assistenztätigkeit in zahnärztlichen Praxen bin ich seit November 1972 im Rahmen der allgemeinen Wehrpflicht als Stabsarzt bei der Bundeswehr tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren Professoren
und Dozenten:

Dimroth, Haan, Hennis, Hering, Heuser, Jahnke, Karlson, Korb,
Mahr, Mann, Niemeyer, Pantke, Petry, Pfütz, Ricken, Rohen,
Rosemann, Salfeld, Schiff, Schmid, Schmidt, Schnell, Seidel,
Siegert, Walcher, Wendt.

